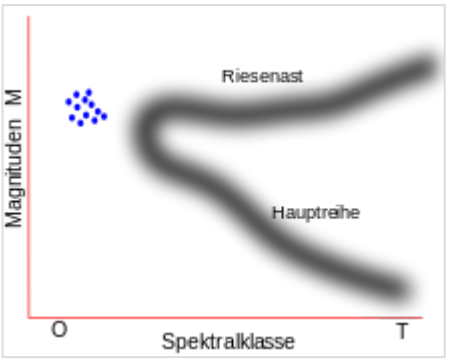
# Blauer Nachzügler

Ein **Blauer Nachzügler** (geläufiger englischer Terminus: **Blue Straggler**) ist ein Stern, der blauer (heißer) und leuchtkräftiger ist als ein Stern gleichen Alters und gleicher Metallizität.[1]

## Inhaltsverzeichnis

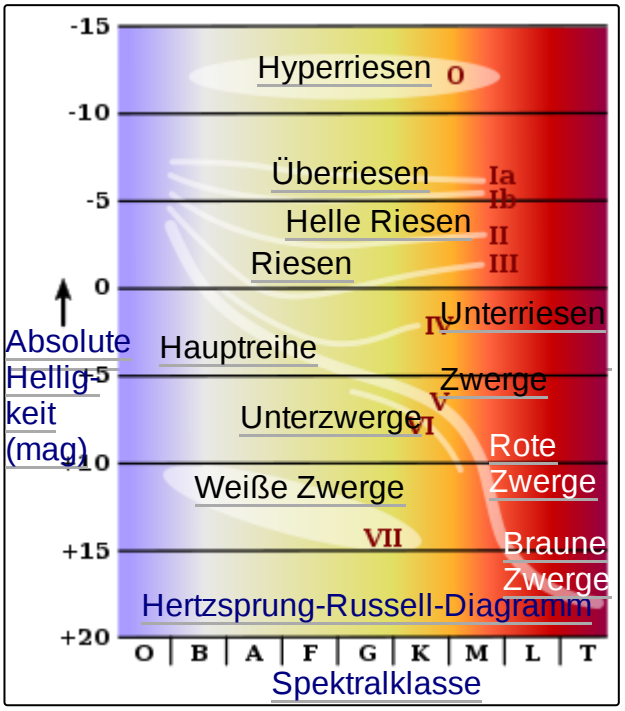

- Analyse
- Entstehungsvarianten
  - Massentransfer in Doppelsternen
  - Sternverschmelzungen
  - Sternkollisionen
- Vorkommen in Kugelsternhaufen
- Rote und Gelbe Nachzügler
- Beispiele
- Weblinks
- Einzelnachweise


Blaue Nachzügler liegen im Hertzsprung-Russell-Diagramm jenseits des Abknickpunktes der Hauptreihe

## Analyse

Entsprechend der Theorie der Sternentwicklung sind alle Sterne im Hertzsprung-Russell-Diagramm entsprechend ihrem Alter und ihrer Masse entlang einer Linie angeordnet, der Hauptreihe. Blaue Nachzügler stellen scheinbar einen Widerspruch zu dieser Theorie dar, indem sie jenseits der Hauptreihe liegen.




Blaue Nachzügler sind zunächst in Sternhaufen aufgefallen, bei denen alle Sterne zur selben Zeit aus einer homogenen Molekülwolke entstanden sind. Inzwischen konnten Blaue Nachzügler auch im galaktischen Bulge, im Halo der Milchstraße und in Zwerggalaxien nachgewiesen werden.[2]

Eine Analyse der Eigenschaften von Blauen Nachzüglern kann erfolgen über:[3]

- ihre Pulsationen. Viele Blaue Nachzügler liegen im Hertzsprung-Russell-Diagramm im Instabilitätsstreifen der Zwergcepheiden. Diese veränderlichen Sterne bilden ein Muster von Schwingungen aus, dessen Analyse mittels der Asteroseismologie eine Analyse des Sternaufbaus und damit auch der Entwicklung ermöglicht.

- ihre Rotationsgeschwindigkeit, die im Vergleich zu anderen Sternen scheinbar gleichen Alters häufig recht hoch ist.[4] Diese rasche Rotation kann über die Rotationsverbreiterung in den Spektrallinien nachgewiesen werden. Im Fall einer äußeren konvektiven Schicht zeigen die rasch rotierenden Blauen Nachzügler alle Anzeichen einer stellaren Aktivität wie Radioflares, Röntgenemission und photometrische Veränderlichkeit durch Sternflecken. Die FK-Comae-Berenices-Sterne sind wahrscheinlich die Produkte einer Verschmelzung eines engen Doppelsternsystems.
- evtl. ihre Bedeckungsveränderlichkeit. Bei Blauen Nachzüglern, die durch einen Massentransfer in einem engen Doppelsternsystem entstanden sind, kann der massenspendende Begleiter durch Radialgeschwindigkeitsmessungen oder bei geeigneter Orientierung im Raum als bedeckungsveränderlicher Stern beobachtet werden. In beiden Fällen ist eine Ableitung der absoluten Parameter und damit der Entwicklung des Doppelsternsystems möglich.

# Entstehungsvarianten

## Massentransfer in Doppelsternen

Verfügen Sterne in Doppelsternsystemen über unterschiedliche Massen, so verläuft auch ihre Entwicklung auf unterschiedlichen Zeitskalen. Der massenreichere Stern erschöpft den Wasserstoffvorrat in seinem Kern durch Wasserstoffbrennen schneller und entwickelt sich zu einem Roten Riesen. Expandiert er über die Roche-Grenze hinaus, so fließt in der Folge Materie zu seinem masseärmeren Begleiter. Der expandierende Stern gerät dabei aus dem Gleichgewicht und expandiert weiter, wodurch der Materietransfer gesteigert wird. Im Ergebnis wird aus dem masseärmeren Begleiter der massereichere Stern (Blauer Nachzügler), der vom Kern des ehemals massereichen Sterns, einem massearmen Weißen Zwerg, umkreist wird. Derartige Doppelsternsysteme konnten vom NASA-Satelliten Kepler nachgewiesen werden.[5]

## Sternverschmelzungen

Ein zweiter Entstehungsmechanismus ist notwendig, da Blaue Nachzügler auch als Einzelsterne vorkommen. Als Vorläufer dieser Blauen Nachzügler werden enge Kontaktsysteme angenommen. Bei Doppelsternsystemen wie W-Ursae-Majoris verlaufen die Bahnen der beiden Sterne in einer gemeinsamen Hülle. Sie verlieren über Gravitationsstrahlung sowie magnetische Interaktion Drehimpuls und verschmelzen zu einem extrem schnell rotierenden Einzelstern.[6] Bei dieser Verschmelzung wird viel Energie frei, wobei dieses Ereignis als Leuchtkräftige Rote Nova oder *mergeburst* bezeichnet wird. Im Falle der Leuchtkräftigen Roten Nova V1309 Sco konnte der Bedeckungslichtwechsel des Kontaktsystems vor der Verschmelzung vermessen werden.[7]

In Dreifachsystemen können die Bahnen auch aufgrund des Kozai-Effekts oder der Darwin-Instabilität langfristig instabil sein und zu einem Verschmelzen des zentralen Doppelsternsystems führen.[8]

## Sternkollisionen

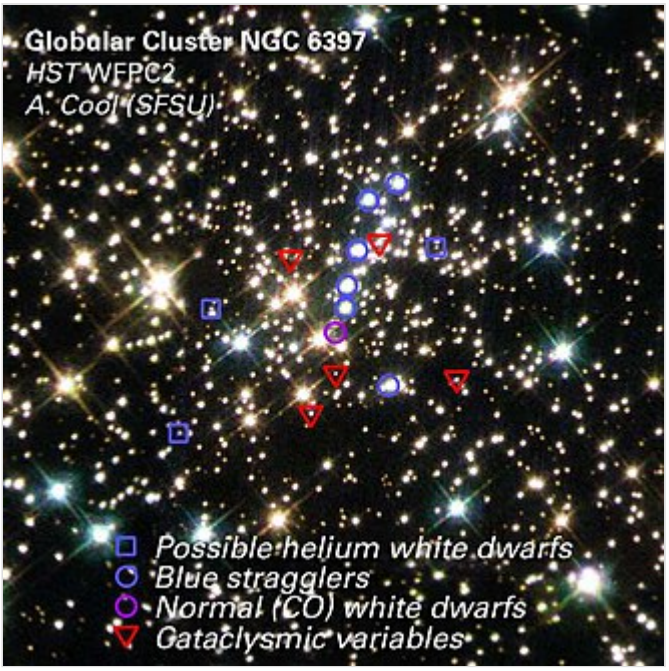
Ungefähr 1 % aller Sterne in Offenen Sternhaufen und Kugelsternhaufen sind Blaue Nachzügler. Insbesondere in den dichten Zentren der Kugelsternhaufen kann ein Teil der Blauen Nachzügler durch Kollisionen entstanden sein. Ist die Relativgeschwindigkeit zwischen den beteiligten Sternen nicht sehr

groß, so gehen nur wenige Prozent der Atmosphäre bei der Kollision verloren, und es kommt nicht zu einer Durchmischung der Sterne. Die Spektren von Blauen Nachzüglern zeigen keine chemische Zusammensetzung, die für eine Durchmischung zweier Sterne typisch wäre.[9]

Ebenfalls zu den Blauen Nachzüglern aus Kollisionen zählen nahe Begegnungen eines Sterns mit einem Doppelsternsystem, woraufhin sich die Bahnparameter des Doppelsternsystems ändern. Sollte der Bahnabstand im Doppelsternsystem abnehmen, so kann dies infolge eines Massentransfers langfristig zu einem Blauen Nachzügler führen.

## Vorkommen in Kugelsternhaufen

Die Verteilung von Blauen Nachzüglern in Kugelsternhaufen ist geprägt durch eine hohe Konzentration im Kern, einer daran anschließenden Zone der Vermeidung (engl. Zone of Avoidance) und einer wieder erhöhten Konzentration im Außenbereich des Sternhaufens. Dies wird interpretiert als Folge zweier unterschiedlicher Entstehungsmechanismen im Kern und im Außenbereich des Haufens oder als Folge dynamischer Reibung. Hierbei wird bei einer nahen Begegnung von einem Blauen Nachzügler mit einem anderen Stern Bewegungsenergie auf den masseärmeren Stern übertragen, sie geht dem *per definitionem* massereicheren Blaue Nachzügler verloren. Als Folge sinkt er tiefer in Richtung des Zentrums des Sternhaufens und erhöht die Konzentration dort.



Die blauen Kreise auf dieser Aufnahme des HST zeigen die hohe Konzentration von Blauen Nachzüglern im Kern des Kugelsternhaufens NGC6397

Werden die Blauen Nachzügler eines Kugelsternhaufens in ein Farben-Helligkeits-Diagramm eingezeichnet, dann zeigen sich *zwei* Hauptreihen:

- eine blaue Reihe, in der *keine* Veränderlichkeit durch Bedeckungslichtwechsel beobachtet wird. Die blaue Sequenz wird interpretiert als Blaue Nachzügler, die aus Kollisionen hervorgegangen sind, wobei zwei Sterne mit nahezu identischer Masse verschmelzen.
- eine rote Reihe, von der ungefähr 50 Prozent der Mitglieder zu den bedeckungsveränderlichen W-Ursae-Majoris-Sternen gehören. Die rote Reihe bildet sich aus dem Massentransfer in engen Doppelsternen, wobei der hohe Rotanteil von dem massespendenden Begleiter kommt.[10]

Die dynamischen Effekte machen es schwierig, die Anteile der Entstehungsmechanismen zu bestimmen. Spektroskopische Untersuchungen zeigen allerdings aufgrund von Variationen der Radialgeschwindigkeit bei bis zu 75 % aller Blauen Nachzügler in Kugelsternhaufen einen Begleiter. Daher dürfte in Kugelsternhaufen ein Massentransfer in engen Doppelsternsystemen der dominierende Entstehungsmechanismus für Blaue Nachzügler sein.[11]

## Rote und Gelbe Nachzügler

Neben den Blauen Nachzüglern werden in Kugelsternhaufen und offenen Sternhaufen auch Rote bzw. Gelbe Nachzügler gefunden. Diese Sterne liegen im Hertzsprung-Russell-Diagramm zwischen dem Abknickpunkt, an dem die Sterne sich von der Hauptreihe in Richtung des Riesenastes entwickeln, und dem Riesenast. Dabei sind sie heller als die normalen Unterriesen des Sternhaufens. Es könnten ehemalige Blaue Nachzügler sein, die aufgrund ihrer höheren Masse einen hellen Entwicklungsweg zum Riesenast zurücklegen. Alternativ könnte es sich auch um nicht aufgelöste Doppelsternsysteme oder Überlagerungen von Sternbildern handeln.[12]

Die Roten Nachzügler werden aufgrund ihrer Lage im HR-Diagramm auch als **Unter-Unterriesen** bezeichnet. Sie sind häufig die hellsten Röntgenquellen in den Sternhaufen mit einer Leuchtkraft von $10^{31}$ erg/s, was als Zeichen für koronale Aktivität interpretiert wird, und wohl immer Mitglieder von Doppelsternsystemen.[13]

## Beispiele

- 40 Cancri, einzelner Blauer Nachzügler in Messier 44
- 47 Tucanae, Kugelsternhaufen mit Blauen Nachzüglern
- Tau Scorpii, mit bloßem Auge sichtbarer Blauer Nachzügler

## Weblinks

- Besondere Sterne: Astronomische Kuriositäten (https://books.google.de/books?id=kgedBmzs6aMC&pg=PT114&dq=blaue+nachz%C3%BCgler&as_brr=3&cd=1&hl=de#v=onepage&q=&f=false), von Jürgen Kummer bei Google Books

## Einzelnachweise


1. A. Weigert, H.J. Wendker, L. Wisotzki: *Astronomie und Astrophysik: Ein Grundkurs*. 5. überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiley-VCH, Weinheim 2009, ISBN 978-3-527-40793-4.
2. William I. Clarkson u. a.: *The First Detection of Blue Straggler Stars in the Milky Way Bulge*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 22. Mai 2011, arxiv:1105.4176v1 (https://arxiv.org/abs/1105.4176v1).
3. Mario Matteo: *Photometrically variable Blue Straggler*. In: *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*. Band 53, 1993, S. 74–96.
4. A. Unsöld, B. Baschek: *Der neue Kosmos: Einführung in die Astronomie und Astrophysik*. 7. überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer Verlag, Berlin 2006, ISBN 3-540-42177-7.
5. R. Di Stefano: *TRANSITS AND LENSING BY COMPACT OBJECTS IN THE KEPLER FIELD: DISRUPTED STARS ORBITING BLUE STRAGGLERS*. In: *The Astronomical Journal*. Band 141, Nr. 5, 2011, S. 142–152, doi:10.1088/0004-6256/141/5/142 (https://doi.org/10.1088/0004-6256%2F141%2F5%2F142).
6. Ealeal Bear, Amit Kashi, Noam Soker: *Mergerburst Transients of Brown Dwarfs with Exoplanets*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2011, arxiv:1104.4106 (https://arxiv.org/abs/1104.4106).
7. R. Tylenda, M. Hajduk, T. Kamiński, A. Udalski, I. Soszyński, M. K Szymański, M. Kubiak, G. Pietrzyński, R. Poleski, Ł Wyrzykowski, K. Ulaczyk: *V1309 Scorpii: merger of a contact binary*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 1. November 2010, arxiv:1012.0163 (https://arxiv.org/abs/1012.0163).
8. Benjamin J. Shappee, Todd A. Thomson: *THE MASS-LOSS INDUCED ECCENTRIC KOZAI MECHANISM: A NEW CHANNEL FOR THE PRODUCTION OF CLOSE COMPACT*

*OBJECT-STELLAR BINARIES*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2012, arxiv:1204.1053v1 (https://arxiv.org/abs/1204.1053v1).
9. Alison Sills: *Blue Straggler Formation in Clusters*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2010, arxiv:1009.2033v1 (https://arxiv.org/abs/1009.2033v1).
10. E. Dalessandro, F. R. Ferraro, D. Massari, B. Lanzoni, P. Miocchi, G. Beccari, A. Bellini, A. Sills, S. Sigurdsson, A. Mucciarelli, L. Lovisi: *Double Blue Straggler sequences in GCs: the case of NGC 362*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2013, arxiv:1310.2389v1 (https://arxiv.org/abs/1310.2389v1).
11. Nathan Leigh, Alison Sills, Christian Knigge: *An Analytic Model for Blue Straggler Formation in Globular Clusters*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2011, arxiv:1105.5388 (https://arxiv.org/abs/1105.5388).
12. L. Lee Clark, Eric L. Sandquist, Michael Bolte: *The Blue Straggler and Main-sequence Binary Population of the Low-Mass Globular Cluster Palomar 13*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2004, arxiv:astro-ph/0409269v1 (https://arxiv.org/abs/astro-ph/0409269v1).
13. Maureen van den Berg: *X-ray sources in Galactic old open star clusters*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2012, arxiv:1211.6133 (https://arxiv.org/abs/1211.6133).

---

Abgerufen von „https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Blauer_Nachzügler&oldid=213770336“

---

**Diese Seite wurde zuletzt am 11. Juli 2021 um 20:18 Uhr bearbeitet.**

Der Text ist unter der Lizenz „Creative-Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden.
Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.